

MULTISTAGE GEAR MADE OF RESIN AND MANUFACTURE THEREOF

Publication number: JP7071564

Publication date: 1995-03-17

Inventor: KUBO KIMIHIRO; SATO MASAHIKO

Applicant: ASAHI CHEMICAL IND

Classification:

- international: *B29C45/00; B29C45/17; B29D15/00; F16H55/06; F16H55/17; B29L15/00; B29C45/00; B29C45/17; B29D15/00; F16H55/06; F16H55/17; (IPC1-7): F16H55/06; B29C45/00; B29D15/00; F16H55/17; B29L15/00*

- European: B29C45/17B2

Application number: JP19930235906 19930830

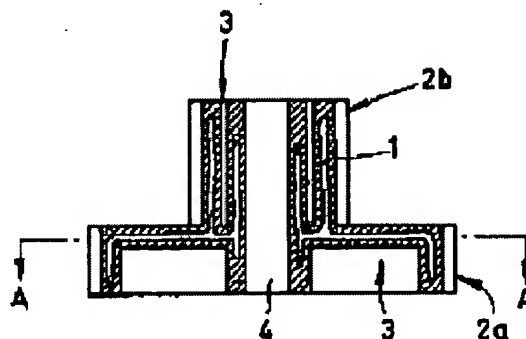
Priority number(s): JP19930235906 19930830

Report a data error here

Abstract of JP7071564

PURPOSE: To enable uniform pressure transmission to a multistage gear part at the time of injection molding, and to enhance the dimensional accuracy of the multistage gear made of resin by forming a series of hollow parts in the inside of the gear part.

CONSTITUTION: When a multistage gear made of resin in which a series of hollow parts 1 is provided in the inside of respective gear parts 2a, 2b is formed, a metal mold designed so that the same forming shrinkage is estimated in the respective gear parts 2a, 2b of the multistage gear is used, and the multistage gear is formed by the hollow injection molding method. In other words, a pressurized fluid is forcibly injected into the molten resin injected inside the cavity of the metal mold in the injection molding, and after maintained at a necessary pressure and cooled, the forcibly injected pressurized fluid is discharged, so that a formed product (multistage gear) having hollow parts is formed. The hollow parts 1 exist inside the gear parts 2a, 2b of respective stages, and the hollow parts 1 of the respective gear parts 2a, 2b are communicated in series. By forming hollow parts inside the gear parts in this manner, uniform pressure transmission to the respective gear parts at the time of formation can be achieved.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-71564

(43) 公開日 平成7年(1995)3月17日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 H 55/06				
B 2 9 C 45/00		8823-4F		
B 2 9 D 15/00		2126-4F		
F 1 6 H 55/17	Z			
// B 2 9 L 15:00				

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平5-235906

(22) 出願日 平成5年(1993)8月30日

(71) 出願人 000000033

旭化成工業株式会社

大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号

(72) 発明者 久保 公弘

神奈川県川崎市川崎区夜光1丁目3番1号

旭化成工業株式会社内

(72) 発明者 佐藤 政彦

神奈川県川崎市川崎区夜光1丁目3番1号

旭化成工業株式会社内

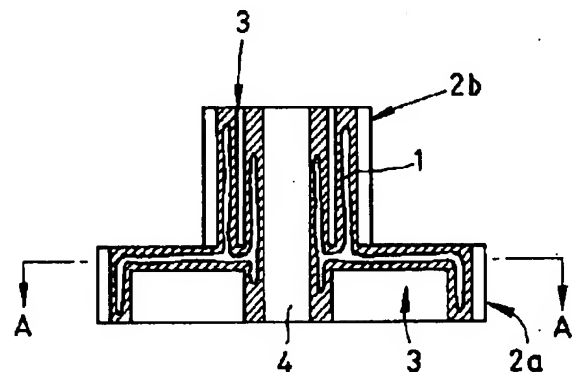
(74) 代理人 弁理士 豊田 善雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 樹脂製の多段歯車及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 樹脂製で寸法精度の高い多段歯車を容易に成形できるようにする。

【構成】 各歯車部 2 a, 2 b に同じ成形収縮を見込んだ設計の金型を用い、加圧ガスの圧入を伴う中空射出成形法で成形を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一連の中空部が各歯車部の内部に形成されていることを特徴とする樹脂製の多段歯車。

【請求項2】 多段歯車の各歯車部に同じ成形収縮を見込んだ設計の金型を用い、中空射出成形法によって成形することを特徴とする樹脂製の多段歯車の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、樹脂製の多段歯車の寸法精度の向上に関する。

【0002】

【従来の技術】歯車は、自動車、一般機械、精密機械、電気・電子機器等の各分野における機構部品として幅広く用いられている。そして、樹脂が成形性に富み、軽量で、しかも錆びないという理由から、樹脂射出成形品の歯車の利用が拡大してきている。

【0003】最近の各分野のハイテク化に伴い、歯車の高機能化が要求され、2段歯車に代表される多段歯車が多く用いられるようになってきている。多段歯車は、複数の歯車を組み合わせた形状を持ち、各歯車部を有効に用いることにより、1段歯車よりも多くの機能を持たせることが可能なためである。

【0004】上記多段歯車の寸法精度に対する要求も高度化してきており、これに応えることが技術的な課題となっている。

【0005】一方、樹脂射出成形品は、樹脂が金型内で熔融状態から固化する際に大きく収縮してしまうため、金型の寸法通りに成形されず、寸法精度のよいものを得ることは困難である。特に歯車は形状が複雑であるので、これを樹脂射出成形品とした場合の寸法精度の向上には特別な工夫が必要となる。

【0006】従来、樹脂製の歯車の寸法精度を向上させるために、成形条件、樹脂特性、金型デザイン等から種々の改良が行われている。例えば、金型デザインにおいては、成形収縮を見込んだ設計が行われており、主に以下の3つの方法を用いて金型の設計が行われている。

【0007】1) キャビティモジュールは製品歯車と同一にし、圧力角及び転位係数で成形収縮を見込む。

【0008】2) キャビティ圧力角は製品歯車と同一とし、モジュールで成形収縮を見込む。

【0009】3) モジュールと圧力角の両方で成形収縮を見込む。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のような成形収縮を見込んだ金型設計によってある程度の効果は得られているが、多段歯車においては、射出成形時に各段の歯車部への均一な圧力伝達が困難で、寸法精度の向上には限界がある。

【0011】つまり、多段歯車の各段の歯車部はゲートからの距離が夫々異なるので、射出成形時の樹脂保圧力

に差を生じ、各歯車部を同じ成形収縮率を用いて設計すると、目的の大きさの歯車部にはならなくなる。

【0012】このため、寸法精度のよい多段歯車を成形するには、各歯車部を異なった成形収縮率に基づいて設計することが必要となる。

【0013】しかしながら、このように異なった成形収縮率で金型を設計する場合、初めから適切な成形収縮率の組み合わせを選択することは困難で、多くの場合には成形と金型修正の繰り返しによる試行錯誤を経て金型が決定される。

【0014】一段歯車では、歯車部が一段のみであるので、複数の成形収縮率の組み合わせを選択する必要はないが、多段歯車では、各段の歯車部毎に異なる成形収縮率の組み合わせを試行錯誤を経て決定する必要があり、金型の決定までに多大の手間と時間を要し、短期間で寸法精度の高い樹脂製の多段歯車を得ることが非常に困難な問題がある。

【0015】本発明は、上記従来の問題点に鑑みてなされたもので、樹脂製の多段歯車の寸法精度を容易に向上させることができるようにすることを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段及び作用】このために請求項1の発明では、図1に示されるように、一連の中空部1が各歯車部2a、2bの内部に形成されている樹脂製の多段歯車としているものである。また、請求項2の発明では、多段歯車の各歯車部2a、2bに同じ成形収縮を見込んだ設計の金型を用い、中空射出成形法によって成形することとしているものである。

【0017】請求項1の発明において、中空部1は、格段の歯車部2a、2b内に存在し、かつこの中空部1は一連につながっているものである。

【0018】この中空部1は、成形品内に中空部を生じさせる成形方法によって形成されるもので、この中空部1は、巣(ボイド)や発泡剤による気泡とは相違するものである。

【0019】成形品内に中空部1を発生させる成形方法はどのようなものでもよいが、請求項2の発明における中空射出成形法は、接合部を残すことなく1回の射出で成形でき、しかもバリの発生が少ないことから好ましい。

【0020】上記中空射出成形法とは、射出成形において、射出した金型キャビティ内の熔融樹脂中に加圧流体を圧入し、必要な保圧及び冷却後、圧入した加圧流体を排出することで中空成形品を成形する成形方法である。

【0021】加圧流体としては、常温常圧でガス状又は液状のもので、射出成形の温度及び圧力下で、成形に用いる熔融樹脂と反応又は混合されないものが使用される。例えば窒素、炭酸ガス、空気、ヘリウム、グリセリン、流動パラフィン等であるが、通常ガスが使用され、特に窒素、ヘリウム、ネオン、アルゴン等の不活性ガス

が好ましい。

【0022】以下、加圧流体としてガスを用いる場合を例に更に説明する。

【0023】加圧流体としてガスを用いる中空射出成形は、通常の射出成形機とガス圧入装置の組み合わせによって行われる。

【0024】ガス圧入装置は、金型キャビティ内の溶融樹脂中に加圧ガスを圧入するためのもので、金型キャビティ内の溶融樹脂中に、配管を通して加圧ガスを圧入し、設定時間このガス圧を保持（保圧）する装置である。

【0025】ガス圧入装置は、予め高压に圧縮してアキュムレーターに蓄えた加圧ガスを、加圧ガス圧入時に金型キャビティ内の溶融樹脂中に供給する方式のもので、加圧ガス圧入時に、ガスをポンプで金型キャビティ内の溶融樹脂中に送り込んで加圧して行く方式のものでよい。

【0026】加圧ガスの圧入は、射出ノズルに内蔵させたガスノズルや金型に設けたガスノズルを介して行うことができる。また、加圧ガスの圧入は、金型キャビティに対して直接行う他、スプルーやランナーに対してもよい。スプルーやランナーに圧入された加圧ガスは、ゲートを介して金型キャビティ内の溶融樹脂中へと圧入されることになる。

【0027】加圧ガス圧入のタイミングは、金型キャビティを満たすに十分な量の溶融樹脂を射出（フルショット）した後、もしくは、金型キャビティを満たすに足りない量の溶融樹脂を射出（ショートショット）した後のいずれでもよい。特にショートショットの場合、一部の溶融樹脂の射出後、残りの溶融樹脂の射出と共に加圧ガスの圧入を行うこともできる。

【0028】フルショットの場合、樹脂の冷却による収縮につれて、その収縮量に応じて加圧ガスが圧入されることになる。また、ショートショットの場合、溶融樹脂の未充填容積と樹脂の収縮量に応じた加圧ガスが圧入されることになる。

【0029】即ち、この中空射出成形によると、樹脂の収縮量に応じて加圧流体が圧入されることで、収縮による型再現性の悪化が抑えられ、寸法精度が向上する。

【0030】同時に、加圧ガスは溶融樹脂に比して極めて流動性が高く、圧力伝達性に富むので、金型キャビティ内の樹脂全体を均一に金型キャビティ面へ押し付けることができる。従って、多段歯車の成形に際しても、従来のような保圧力のばらつきによる収縮量のばらつきが少なく、上記加圧ガスの圧入によっても抑え切れない収縮に対し、各歯車部2a、2bについて等しい成形収縮を見込んで金型設計するだけで、寸法精度の高い多段歯車を得ることができるものである。

【0031】成形収縮を見込んだ金型設計は従来と同様にして行うことができ、1) キャビティモジュールは製

品歯車と同一にし、圧力角及び転位係数で成形収縮を見込む方法、2) キャビティ圧力角は製品歯車と同一とし、モジュールで成形収縮を見込む方法、3) モジュールと圧力角の両方で成形収縮を見込む方法のいずれでもよい。

【0032】本発明に係る多段歯車は、前述のような中空射出成形法等で形成された中空部1を有するもので、その中空率は3～50%であることが好ましく、更に好ましくは5～40%である。中空率が低過ぎると、樹脂の収縮抑制が不十分となって、寸法精度が損なわれやすい。また、高い中空率のものはショートショットによって形成されるが、これが高過ぎると、加圧ガスの圧入による溶融樹脂の押し広げ量が大きくなって、ヘジテーションマーク等による外観不良を生じやすくなる。

【0033】尚、中空率とは次式によって定義される。

【0034】中空率(%) = $\{ (V \times \rho - M) / (V \times \rho) \} \times 100$

但し、上記式においてVは得られた中空の多段歯車の見掛け上の体積、 ρ 使用樹脂の比重、Mは得られた中空の多段歯車の質量である。

【0035】また、中空射出成形法は熱硬化性樹脂に対しても可能で、本発明に係る多段歯車を熱硬化性樹脂で構成することも可能であるが、一般的には熱可塑性樹脂が使用される。

【0036】熱可塑性樹脂としては、通常の射出成形が可能なものであればよく、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ABS樹脂、ポリ塩化ビニル、ポリアミド、ポリアセタール、ポリカーボネイト、変性ポリフェニレンエーテル、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリフェニレンスルフィド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリアリレート、ポリサルフォン、ポリエーテルサルフォン、ポリエーテルエーテルケトン、液晶ポリマー、テトラフルオロエチレン、熱可塑性エラストマー等が挙げられる。

【0037】特に、ポリアセタール樹脂（以下「POM」と記す）及びポリアミド樹脂（以下「PA」と記す）は耐熱性が高く、機械的物性にも優れ、更には摺動特性にも優れるため、歯車用の樹脂として多く用いられており、本発明の多段歯車にも好適に用いられる。

【0038】本発明の多段歯車は、内部に中空部1を有するので、耐熱性及び機械的強度等をアップする目的で、無機及び/又は有機の充填材を配合した樹脂を用いることができる。好適な充填材としては、ガラス繊維、炭素繊維、金属繊維、アラミド繊維、チタン酸カリウム、アスベスト、炭化ケイ素、セラミック、窒化ケイ素、硫酸バリウム、硫酸カルシウム、カオリン、クレー、パイロフィライト、ベントナイト、セリサイト、ゼオライト、マイカ、雲母、ネフェリンシナイト、タルク、アタルパルジャイト、ウオラストナイト、PMF、

フェライト、ケイ酸カルシウム、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、ドロマイト、酸化亜鉛、酸化チタン、酸化マグネシウム、酸化鉄、二硫化モリブデン、黒鉛、石こう、ガラスビーズ、ガラスパウダー、ガラスバルーン、石英、石英ガラス等の強化充填材を挙げることができる。これらは中空であってもよく、2種以上を併用することもでき、必要により、シラン系、チタン系等のカップリング剤で予備処理して使用することができる。

【0039】

【実施例】以下に実施例を挙げて本発明を更に説明するが、これは本発明を限定するものではない。

【0040】実施例1～6

以下に示す歯車諸元の大・小2段の歯車（インポリュート歯車）を有する多段歯車得るために、キャビティ圧力角は製品歯車と同一（ 20° ）とし、モジュールを大歯車、小歯車共に1.020とした金型設計をして、成形収縮を見込んだ。

【0041】金型のゲートは3点で、大歯車側の側面の軸中心から14mmの位置に設けた。

【0042】尚、成形すべき多段歯車は、通常の射出成形でヒケ防止のために施される肉抜き部を有するものとした。

【0043】得られた多段歯車の概略の断面図を図1～図3に示す。図中1は中空部、2aは歯車部（大歯車）、2bは歯車部（小歯車）、3は肉抜き部、4は軸穴、5は刃先円、6は歯底円である。

大歯車 モジュール : 1.0

歯数 : 44

標準ピッチ円直径 : 44mm

歯幅 : 8mm

標準圧力角 : 20°

小歯車 モジュール : 1.0

歯数 : 18

標準ピッチ円直径 : 18mm

歯幅 : 16mm

標準圧力角 : 20°

【0044】また、熱可塑性樹脂としてはポリアセタール樹脂コポリマー（旭化成工業社製「テナックC 4520」）、ポリアミド66樹脂（旭化成工業社製「レオナ1300S」）を用いて、金型温度はいずれも80℃、シリンダーの設定温度は、それぞれ200℃、290℃で中空射出成形を行った。また、樹脂の計量値を変えることで中空率を変化させた。

【0045】樹脂中に圧入する加圧ガスには窒素ガスを用い、ガスノズルはシリンダーの射出ノズル内に設けた。このときシリンダーへの加圧ガスの侵入（金型と反対方向への侵入）を防止する目的でガスノズルのスクリー側（ホッパー側）にシャットオフ弁を設けた。

【0046】ガス圧入装置に窒素ガスを導入し、150kg/cm²に昇圧してアキュムレーターに蓄え、溶

融樹脂射出後に配管を通して溶融樹脂中に圧入した。加圧ガスは、射出ノズルからスプルー、ランナーを通過して、多段歯車を成形する金型キャビティ内に導入された。

【0047】このときの条件は、ガス圧入遅延時間（溶融樹脂の射出後、加圧ガスを圧入するまでの時間）を0.3秒、ガス圧入時間（加圧ガス圧入を行う時間）を5秒、圧力保持時間（加圧ガスの圧入を止め、ガス系を閉じた状態で保持する時間とガス圧入時間を加えた時間）を50秒とした。型開きは圧力保持時間終了から10秒後に行い、成形品を取り出した。

【0048】上記方法により何れも中空構造をもつ成形品が得られたが、加圧ガスは3点ゲートの内の1つのみから入った。

【0049】得られた歯車の精度測定には、JIS歯車精度規格（JIS・B・1702）の歯形誤差、歯すじ方向誤差を用いた。いずれの誤差も理想的なインポリュート歯車からの寸法のずれであり、誤差の値が小さいほど正確に作動する歯車と言える。

【0050】得られた結果を表1に示す。

【0051】

【実施例7～12】以下に示す歯車諸元の大・小2段の歯車（インポリュート平歯車）を有する多段歯車得るために、キャビティ圧力角は製品歯車と同一（ 20° ）とし、モジュールを大歯車、小歯車共に1.020とした金型設計をして、成形収縮を見込んだ。

【0052】ゲートは1点で、大歯車側の側面の軸中心から5mmの位置に設けた。

【0053】通常の射出成形でヒケ防止のために施される肉抜き部は省略した。

【0054】得られた多段歯車の概略の断面図を図4～図6に示す。図中1は中空部、2aは歯車部（大歯車）、2bは歯車部（小歯車）、4は軸穴、5は刃先円、6は歯底円である。

大歯車 モジュール : 1.0

歯数 : 44

標準ピッチ円直径 : 44mm

歯幅 : 8mm

標準圧力角 : 20°

小歯車 モジュール : 1.0

歯数 : 18

標準ピッチ円直径 : 18mm

歯幅 : 16mm

標準圧力角 : 20°

【0055】また、熱可塑性樹脂としては、実施例1～6と同じポリアセタール樹脂コポリマー、ポリアミド66樹脂を用い、金型温度はいずれも80℃、シリンダーの設定温度は、それぞれ200℃、290℃で中空射出成形を行った。また、樹脂の計量値を変えることで中空率を変化させた。

【0056】樹脂中に圧入する加圧ガスには窒素ガスを用い、ガスノズルはシリンダーの射出ノズル内に設けた。このときシリンダーへの加圧ガスの侵入（金型と反対方向への侵入）を防止する目的でガスノズルのスクリー側（ホッパー側）にシャットオフ弁を設けた。

【0057】ガス圧入装置に窒素ガスを導入し、 150 kg/cm^2 に昇圧してアキュムレーターに蓄え、熔融樹脂の射出後に配管を通して熔融樹脂中に圧入注入した。加圧ガスは、射出ノズルからスプルー、ランナーを
10 通って、多段歯車を成形する金型キャビティー中に導入された。

【0058】このときの条件は、ガス圧入遅延時間（熔融樹脂の射出後、加圧ガスを圧入するまでの時間）を0.3秒、ガス圧入時間（加圧ガスの圧入を行う時間）を5秒、圧力保持時間（加圧ガスの圧入を止め、ガス系を閉じた状態で保持する時間とガス圧入時間を加えた時間）を50秒とした。型開きは圧力保持時間終了から10秒後に行い、成形品を取り出した。

【0059】上記方法により何れも中空構造をもつ成形品が得られた。

【0060】得られた歯車の精度測定には、JIS歯車精度規格（JIS・B・1702）の歯形誤差、歯すじ方向誤差を用いた。いずれの誤差も理想的なインボリュート歯車からの寸法のずれであり、誤差の値が小さいほ

ど正確に作動する歯車と言える。

【0061】得られた結果を表2に示す。

【0062】

【比較例1、2】実施例1～6で用いた金型を用い、加圧ガスの圧入は行わず、熔融樹脂の射出、樹脂保圧、冷却といった通常の射出成形を行った。

【0063】シリンダー設定温度、金型温度等は実施例1～6と同じで、樹脂保圧は 700 kg/cm^2 、保圧時間は15秒、冷却時間は50秒とした。

【0064】このような成形条件は小歯車が最良の寸法精度となるように設定された。

【0065】得られた結果を表1に示す。

【0066】

【比較例3、4】実施例7～12で用いた金型を用い、加圧ガスの圧入は行わず、熔融樹脂の射出、樹脂保圧、冷却といった通常の射出成形を行った。

【0067】シリンダー設定温度、金型温度等は実施例7～12と同じで、樹脂保圧は 700 kg/cm^2 、保圧時間は15秒、冷却時間は50秒とした。

20 【0068】このような成形条件は小歯車が最良の寸法精度となるように設定された。

【0069】得られた結果を表2に示す。

【0070】

【表1】

	使 用 樹 脂	歯車デザイン	成 形 法	中空率 (%)	JIS B 1702による各項目の誤差 (単位 μ m)			
					歯形誤差		歯すじ方向誤差	
					大歯車	小歯車	大歯車	小歯車
実施例 1	ポリアセタール樹脂コポリマー	肉抜き有り	中空射出成形法	10	5	6	10	12
実施例 2	ポリアセタール樹脂コポリマー	肉抜き有り	中空射出成形法	25	6	5	11	11
実施例 3	ポリアセタール樹脂コポリマー	肉抜き有り	中空射出成形法	40	6	6	11	12
実施例 4	ポリアミド66樹脂	肉抜き有り	中空射出成形法	10	6	7	12	11
実施例 5	ポリアミド66樹脂	肉抜き有り	中空射出成形法	25	6	6	11	10
実施例 6	ポリアミド66樹脂	肉抜き有り	中空射出成形法	40	7	6	10	11
比較例 1	ポリアセタール樹脂コポリマー	肉抜き有り	通常の射出成形法	—	25	7	27	11
比較例 2	ポリアミド66樹脂	肉抜き有り	通常の射出成形法	—	28	7	29	10

【0071】

【表2】

	使用樹脂	歯車デザイン	成形法	中空率(%)	JIS B 1702による各項目の誤差 (単位 μm)			
					歯形誤差		歯すじ方向誤差	
					大歯車	小歯車	大歯車	小歯車
実施例7	ポリアセタール樹脂コポリマー	肉抜き無し	中空射出成形法	10	6	5	11	10
実施例8	ポリアセタール樹脂コポリマー	肉抜き無し	中空射出成形法	25	5	5	10	9
実施例9	ポリアセタール樹脂コポリマー	肉抜き無し	中空射出成形法	40	5	6	11	11
実施例10	ポリアミド66樹脂	肉抜き無し	中空射出成形法	10	6	6	11	10
実施例11	ポリアミド66樹脂	肉抜き無し	中空射出成形法	25	6	6	10	10
実施例12	ポリアミド66樹脂	肉抜き無し	中空射出成形法	40	6	5	9	9
比較例3	ポリアセタール樹脂コポリマー	肉抜き無し	通常の射出成形法	—	30	16	31	14
比較例4	ポリアミド66樹脂	肉抜き無し	通常の射出成形法	—	35	15	34	15

【0072】

【発明の効果】表1、2に示すように、本発明による多段歯車は、大歯車、小歯車とも同じ収縮見込み値を用いたにも拘らず、大・小両歯車とも良好な精度をもち、インポリュート歯車として誤差が少ないことが分かる。比較例1、2では、小歯車は良好な寸法精度を持つが、大歯車は大きく寸法がずれてしまっており、従来技術では大歯車の収縮見込み値を変えて金型修正を行い、さらに

試行錯誤を行うことになる。

【0073】このように、本発明によれば、各歯車部2a、2bを同一の収縮率見込み値で設計できるため、従来よりも低労力、短時間で、しかも精度の優れた多段歯車が得られる。本発明の多段歯車は機構部品として正確に動き、産業上非常に有用である。

【図面の簡単な説明】

【1図】実施例1～6で成形した多段歯車の概略の断面

図である。

【2図】図1におけるA-A断面図である。

【3図】図1におけるB-B断面図である。

【4図】実施例7～12で成形した多段歯車の概略の断面図である。

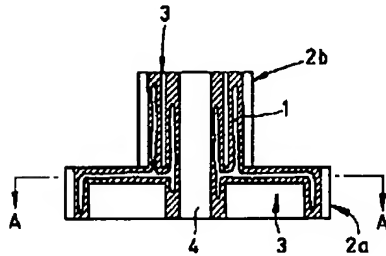
【5図】図1におけるC-C断面図である。

【6図】図4におけるD-D断面図である。

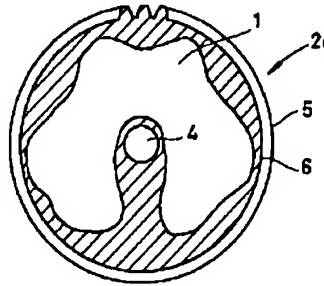
【符号の説明】

- 1 中空部
- 2 a, 2 b 歯車部
- 3 肉抜き部
- 4 軸穴
- 5 歯先円
- 6 歯底円

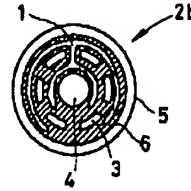
【図1】



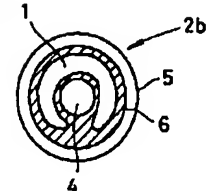
【図2】



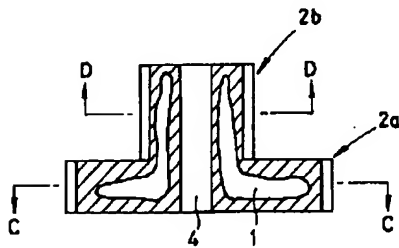
【図3】



【図6】



【図4】



【図5】

